

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 1 067 685 A3

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(88) Veröffentlichungstag A3:  
27.06.2001 Patentblatt 2001/26

(51) Int Cl.7: H03H 9/58, H03H 9/17

(43) Veröffentlichungstag A2:  
10.01.2001 Patentblatt 2001/02

(21) Anmeldenummer: 00202274.7

(22) Anmeldetag: 29.06.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 07.07.1999 DE 19931297

(71) Anmelder:  
• Philips Corporate Intellectual Property GmbH  
52064 Aachen (DE)  
Benannte Vertragsstaaten:  
DE  
• Koninklijke Philips Electronics N.V.  
5621 BA Eindhoven (NL)  
Benannte Vertragsstaaten:  
FR GB

(72) Erfinder:  
• Löbl, Hans-Peter, Philips Corp. Int. Prop. GmbH  
52064 Aachen (DE)  
• Klee, Mareike, Philips Corp. Int. Prop. GmbH  
52064 Aachen (DE)  
• Leyten, Lukas, Philips Corp. Int. Prop. GmbH  
52064 Aachen (DE)

(74) Vertreter: Volmer, Georg, Dipl.-Ing. et al  
Philips Corporate Intellectual Property GmbH,  
Habsburgerallee 11  
52064 Aachen (DE)

### (54) Volumenwellen-Filter

(57) Die Erfindung beschreibt eine Filteranordnung sowie ein elektronisches Bauelement mit jeweils einer Volumenwellen-Resonatereinheit, die sich auf einem Trägersubstrat (1) befindet. Zur akustischen Isolation der erzeugten Schwingungen wird zwischen Trägersubstrat (1) und Volumenwellen-Resonatereinheit ein Reflexionselement (2) aufgebracht. Dieses Reflexionselement (2) kann entweder aus mehreren Schichten mit ab-

wechselnd hoher und niedriger Impedanz oder bei ausreichend niedriger Impedanz des verwendeten Schallreflexionsstoffes aus einer einzigen Schicht bestehen.

Außerdem wird ein Mobilfunkgerät, ein Sender, ein Empfänger und ein drahtloses Datenübertragungssystem mit einer solchen Filteranordnung sowie ein Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelementes beschrieben.

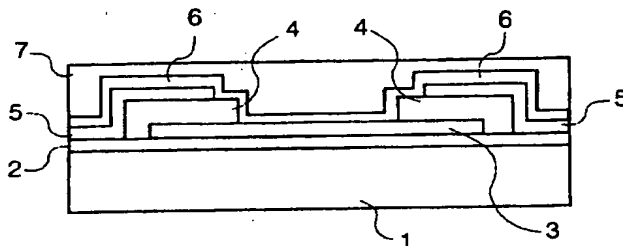


FIG. 1

EP 1 067 685 A3





Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 00 20 2274

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 0 865 157 A (NOKIA MOBILE PHONES LTD) 16. September 1998 (1998-09-16) * Spalte 8, Zeile 6-31 * * Spalte 10, Zeile 2 - Spalte 12, Zeile 2 * * Spalte 18, Zeile 8 - Spalte 19, Zeile 29 *	1,2,4-9, 12,17	H03H9/58 H03H9/17
X	EP 0 609 555 A (MOTOROLA INC) 10. August 1994 (1994-08-10) * Seite 3, Zeile 54 - Seite 7, Zeile 34 *	1,4-7,9, 11,13-18	
X	US 5 873 154 A (PARTANEN MEERI TALVILEI ET AL) 23. Februar 1999 (1999-02-23) * Spalte 4, Zeile 19 - Spalte 8, Zeile 33 *	1,2,6,7, 9,11,17, 18	
X	EP 0 689 249 A (PHILIPS PATENTVERWALTUNG ;KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV (NL)) 27. Dezember 1995 (1995-12-27) * Spalte 11, Zeile 48 - Spalte 12, Zeile 28 *	1,10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)  H03H
X	EP 0 823 718 A (PHILIPS PATENTVERWALTUNG ;PHILIPS ELECTRONICS NV (NL)) 11. Februar 1998 (1998-02-11) * Spalte 11, Zeile 39 - Spalte 13, Zeile 7 *	1,10	
X	US 5 311 095 A (SMITH STEPHEN W ET AL) 10. Mai 1994 (1994-05-10) * Spalte 4, Zeile 7-65 *	1,3	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	8. Mai 2001	Radomirescu, B-M	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		I : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : Altes Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1203 (01.82) (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 00 20 2274

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

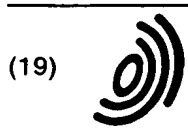
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

08-05-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0865157 A	16-09-1998	US 5872493 A	16-02-1999
		JP 10270979 A	09-10-1998
EP 0609555 A	10-08-1994	US 5373268 A	13-12-1994
		DE 69326880 D	02-12-1999
		DE 69326880 T	20-04-2000
		JP 3119287 B	18-12-2000
		JP 6295181 A	21-10-1994
US 5873154 A	23-02-1999	AU 4270197 A	11-05-1998
		EP 1012889 A	28-06-2000
		WO 9816957 A	23-04-1998
EP 0689249 A	27-12-1995	DE 4421007 A	21-12-1995
		JP 8045781 A	16-02-1996
		US 5995359 A	30-11-1999
EP 0823718 A	11-02-1998	DE 19630883 A	05-02-1998
		JP 10083934 A	31-03-1998
		US 6125027 A	26-09-2000
US 5311095 A	10-05-1994	US 5744898 A	28-04-1998

EPO FORM P-481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) EP 1 067 685 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
10.01.2001 Patentblatt 2001/02

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: H03H 9/58

(21) Anmeldenummer: 00202274.7

(22) Anmeldetag: 29.06.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 07.07.1999 DE 19931297

(71) Anmelder:  
• Philips Corporate Intellectual Property GmbH  
52064 Aachen (DE)  
Benannte Vertragsstaaten:  
DE  
• Koninklijke Philips Electronics N.V.  
5621 BA Eindhoven (NL)  
Benannte Vertragsstaaten:  
FR GB

(72) Erfinder:  
• Löbl, Hans-Peter,  
Philips Corp. Int. Prop. GmbH  
52064 Aachen (DE)  
• Klee, Mareike,  
Philips Corp. Int. Prop. GmbH  
52064 Aachen (DE)  
• Leyten, Lukas,  
Philips Corp. Int. Prop. GmbH  
52064 Aachen (DE)

(74) Vertreter:  
Volmer, Georg, Dipl.-Ing. et al  
Philips Corporate Intellectual Property GmbH,  
Habsburgerallee 11  
52064 Aachen (DE)

### (54) Volumenwellen-Filter

(57) Die Erfindung beschreibt eine Filteranordnung sowie ein elektronisches Bauelement mit jeweils einer Volumenwellen-Resonatereinheit, die sich auf einem Trägersubstrat (1) befindet. Zur akustischen Isolation der erzeugten Schwingungen wird zwischen Trägersubstrat (1) und Volumenwellen-Resonatereinheit ein Reflexionselement (2) aufgebracht. Dieses Reflexionselement (2) kann entweder aus mehreren Schichten mit abwechselnd hoher und niedriger Impedanz oder bei ausreichend niedriger Impedanz des verwendeten

Schallreflexionsstoffes aus einer einzigen Schicht bestehen.

Außerdem wird ein Mobilfunkgerät, ein Sender, ein Empfänger und ein drahtloses Datenübertragungssystem mit einer solchen Filteranordnung sowie ein Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelementes beschrieben.

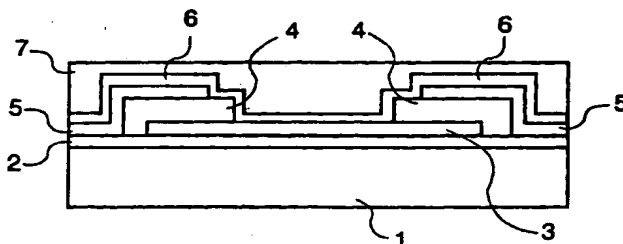


FIG. 1

EP 1 067 685 A2

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Filteranordnung mit einem Trägersubstrat, einer Resonatoreinheit und einem Reflexionselement zwischen Trägersubstrat und Resonatoreinheit. Die Erfindung betrifft auch ein elektronisches Bauelement mit einem Trägersubstrat, einer Resonatoreinheit und einem Reflexionselement zwischen Trägersubstrat und Resonatoreinheit, sowie ein Verfahren seiner Herstellung.

[0002] Die rasanten Entwicklungen im Mobilfunkbereich und die stete Miniaturisierung der schnurlosen Telefonapparate führen zu erhöhten Anforderungen an die einzelnen Komponenten. So ist eine hohe Selektivität im Hochfrequenzteil nötig, um den Empfänger gegen die steigende Anzahl möglicherweise störender Signale von anderen Systeme zu schützen.

[0003] Zur Zeit werden im Hochfrequenzbereich für diese Aufgabe Filter mit keramischen, elektromagnetischen Resonatoren verwendet. Einer Miniaturisierung dieser Filter wird aber durch die elektromagnetische Wellenlänge Grenzen gesetzt. Deutlich kleiner können Oberflächenwellen-Filter, sogenannte Surface Acoustic Wave (SAW) Filter, ausgeführt werden. Der Grund hierfür ist, daß die akustische Wellenlänge 4 bis 5 Größenordnungen kleiner ist als die elektromagnetische Wellenlänge. Nachteilig ist aber, daß Oberflächenwellen-Filter oftmals einen komplizierten Aufbau besitzen und mit Hilfe komplexer Gehäuse geschützt werden.

[0004] Eine Alternative stellen Volumenwellen-Filter, die auch als Bulk Acoustic Wave (BAW) Filter bezeichnet werden, dar. Volumenwellen-Filter besitzen Vorteile in den Bereichen Größe, Leistung und IC-Kompatibilität. Volumenwellen-Filter können mit unterschiedlichsten Typen an Volumenwellen-Resonatoren realisiert werden. So können zum Beispiel Einkristall-Resonatoren, Resonatoren mit Membranen oder Resonatoren mit einem Luftspalt verwendet werden.

[0005] Volumenwellen-Resonatoren sind prinzipiell aus drei Komponenten aufgebaut. Die erste Komponente generiert die akustische Welle und enthält eine piezoelektrische Schicht. Zwei Elektroden, welche ober- und unterhalb der piezoelektrischen Schicht angebracht sind, stellen die Zweite Komponente dar. Die dritte Komponente hat die Aufgabe das Trägersubstrat von den Schwingungen, die die piezoelektrische Schicht erzeugt, akustisch zu isolieren.

[0006] Eine Möglichkeit zur akustischen Isolation stellen Reflexionsschichten dar, die zwischen Trägersubstrat und Resonatoreinheit aufgebracht werden. Solche Reflexionsschichten bestehen aus Schichten mit abwechselnd hoher und niedriger akustischer Impedanz. Die Dicke der einzelnen Schichten beträgt ein Viertel der Resonanzwellenlänge. Diese Schichten haben den Zweck, die akustischen Wellen an den jeweiligen Grenzflächen möglichst gut zu reflektieren und somit die akustische Energie in der Resonatoreinheit zu halten. Die Anzahl der benötigten Schichten richtet sich

einerseits nach den Unterschieden in der akustischen Impedanz der einzelnen Schichten und andererseits nach der Resonatorgüte  $Q$ , die erreicht werden soll.

[0007] Die einzelnen Reflexionsschichten können in den verschiedensten Materialien ausgeführt werden. Als Material mit niedriger akustischer Impedanz wird häufig  $\text{SiO}_2$  mit einer akustischen Impedanz von  $13 \text{ Ggm}^{-2}\text{s}^{-1}$  verwendet.  $\text{AlN}$  mit einer akustischen Impedanz von  $34 \text{ Ggm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ,  $\text{W}$  mit einer akustischen Impedanz von  $101 \text{ Ggm}^{-2}\text{s}^{-1}$  und  $\text{HfO}_2$  mit einer akustischen Impedanz von  $40 \text{ Ggm}^{-2}\text{s}^{-1}$  werden als Materialien in Schichten mit hoher akustischer Impedanz verwendet.

[0008] Aus WO 98/16957 ist ein Volumenwellen-Resonator bekannt, bei dem in den Reflexionsschichten als Materialien mit niedriger akustischer Impedanz Polymere wie zum Beispiel Polyimid zum Einsatz kommen. Durch eine niedrige akustische Impedanz von  $2 \text{ Ggm}^{-2}\text{s}^{-1}$  kann die Anzahl der zur akustischen Isolation benötigten Reflexionsschichten verringert werden.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen verbesserten Volumenwellen-Filter bereitzustellen.

[0010] Diese Aufgabe wird gelöst, durch eine Filteranordnung mit einem Trägersubstrat, einer Resonatoreinheit und einem Reflexionselement zwischen Trägersubstrat und Resonatoreinheit, dadurch gekennzeichnet, daß das Reflexionselement eine Schicht aus einem Schallreflexionsstoff enthält.

[0011] Es ist bevorzugt, daß der Schallreflexionsstoff aus der Gruppe der polymeren und porösen Stoffe ist.

[0012] Poröse oder polymere Schallreflexionsstoffe besitzen geringe akustische Impedanzen und ermöglichen dadurch, daß nur eine Schicht zur Reflexion der gesamten akustischen Energie nötig ist. In diesem Fall kann sogar auf die Bedingung, daß die Dicke der Schicht ein Viertel der Resonanzwellenlänge beträgt, verzichtet werden. Dies vereinfacht den Aufbau und verbilligt die Herstellung der Filteranordnung.

[0013] Es ist besonders bevorzugt, daß der Schallreflexionsstoff ein Aerogel, ein Xerogel, ein Glaschaum, ein schaumartiger Klebstoff, ein Schaumstoff oder ein Kunststoff mit geringer Dichte ist.

[0014] Der Vorteil dieser Materialien ist, daß sie extrem geringe Impedanzen von bis zu  $10^{-2} \text{ Ggm}^{-2}\text{s}^{-1}$ , je nach verwendetem Material, besitzen. Die akustische Impedanz liegt damit im günstigsten Fall nur zwei Größenordnungen über der akustischen Impedanz von Luft ( $4 \cdot 10^{-4} \text{ Ggm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ).

[0015] Es kann bevorzugt sein, daß das Reflexionselement Schichten mit abwechselnd hoher und niedriger Impedanz und als Material für eine Schicht mit niedriger Impedanz einen Schallreflexionsstoff aufweist.

[0016] Durch die geringen akustischen Impedanzen von polymeren und porösen Schallreflexionsstoffen sind nur sehr wenige Schichten im Reflexionselement nötig, um die gesamte akustische Energie zu reflektie-

ren.

[0017] Es ist bevorzugt, daß das Material mit hoher Impedanz  $\text{HfO}_2$ , Mo, Au, Ni, Cu, W,  $\text{Ti/W/Ti}$ ,  $\text{W}_x\text{Ti}_{1-x}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ), Diamant,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ , Pt,  $\text{Ti/Pt}$  oder einen Kunststoff mit hoher Dichte enthält.

[0018] Die Materialien können mit Dünnschichtverfahren wie reaktivem Sputtern oder Vakuum-Aufdampfverfahren wie zum Beispiel Chemical Vapour Deposition (CVD), Physical Chemical Vapour Deposition (PCVD) oder Spin Coating aufgebracht werden.

[0019] In dieser Filteranordnung ist es außerdem bevorzugt, daß die Dicke der Schichten jeweils ein Viertel der Resonanzwellenlänge ist.

[0020] In einer Abfolge von Schichten mit abwechselnd hoher und niedriger Impedanz sowie bei einer Schichtdicke von einem Viertel der Resonanzwellenlänge kombinieren die Reflexionen jeder Schicht bei der Resonanzwellenlänge in Phase.

[0021] Es kann bevorzugt sein, daß ein weiteres Reflexionselement auf der Resonatoreinheit angeordnet ist.

[0022] Das Aufbringen eines weiteren Reflexionselementes auf der Resonatoreinheit hat einerseits den Vorteil, daß keine akustischen Schwingungen an die obere Seite der Filteranordnung gelangen. Andererseits schützen die Reflexionselemente die Resonatoreinheit vor Kontaminierung mit Staubpartikeln oder ähnlichem. Das Aufbringen von Reflexionselementen ober- und unterhalb der Resonatoreinheit, die im günstigsten Fall nur aus einer Schicht bestehen, ist preiswerter als andere Schutztechniken wie beispielsweise eine halbhermetische Packung.

[0023] Es ist auch bevorzugt, daß über der Filteranordnung eine Schutzschicht aus einem organischen und/oder anorganischen Material ist.

[0024] Durch die Schutzschicht wird die Filteranordnung vor mechanischer Beanspruchung und Korrosion durch Feuchtigkeit geschützt.

[0025] Es ist bevorzugt, daß das Trägersubstrat ein keramisches Material, ein keramisches Material mit einer Planarisierungsschicht aus Glas, ein glaskeramisches Material, ein Glasmaterial, Silicium, GaAs oder Saphir enthält.

[0026] Ein Trägersubstrat aus einem keramischen Material, einem keramischen Material mit einer Planarisierungsschicht aus Glas, einem glaskeramischen Material oder einem Glasmaterial ist kostengünstig herzustellen und die Prozeßkosten für diese Komponente können niedrig gehalten werden. Bei Integration der Filteranordnung in IC's ist das Trägersubstrat aus einem halbleitenden Material gegebenenfalls noch mit einer Passivierungsschicht, beispielsweise  $\text{SiO}_2$  oder aus Glas, versehen.

[0027] Weiterhin ist es bevorzugt, daß die Resonatoreinheit eine piezoelektrische Schicht aus  $\text{PbZr}_{0.15}\text{Ti}_{0.85}\text{O}_3$  mit einer 2%igen Lanthan-Dotierung enthält.

[0028]  $\text{PbZr}_{0.15}\text{Ti}_{0.85}\text{O}_3$  mit einer 2%igen Lanthan-

Dotierung weist besonders gute piezoelektrische Eigenschaften in der Filteranordnung auf.

[0029] Es kann bevorzugt sein, daß zwischen Trägersubstrat und Reflexionselement eine Klebstoffschicht ist.

[0030] Diese Schicht dient der Befestigung des Reflexionselementes auf dem Trägersubstrat.

[0031] Außerdem betrifft die Erfindung Mobilfunkgerät, einen Sender, einen Empfänger und ein drahtloses Datenübertragungssystem ausgerüstet mit einer Filteranordnung mit einem Trägersubstrat, einer Resonatoreinheit und einem Reflexionselement zwischen Trägersubstrat und Resonatoreinheit, bei der das Reflexionselement eine Schicht aus einem Schallreflexionsstoff enthält.

[0032] Die Erfindung betrifft auch ein elektronisches Bauelement mit einem Trägersubstrat, einer Resonatoreinheit und einem Reflexionselement zwischen Trägersubstrat und Resonatoreinheit, bei dem das Reflexionselement eine Schicht aus einem Schallreflexionsstoff enthält.

[0033] Bei Verwendung von polymeren und porösen Schallreflexionsstoffen mit extrem niedrigen Impedanzen als Reflexionselement können preiswerte Bauelemente, wie zum Beispiel Volumenwellen-Resonatoren, hergestellt werden. Eine Reduktion der Produktionskosten ergibt sich einmal dadurch, daß nur eine Schicht für das Reflexionselement aufgebracht werden muß und außerdem dadurch, daß diese nicht notwendigerweise eine Schichtdicke von einem Viertel der Resonanzwellenlänge aufweisen muß.

[0034] Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelementes mit einem Trägersubstrat, einer Resonatoreinheit und einem Reflexionselement aus einem Schallreflexionsstoff, bei dem

- auf einer Substratschicht eine Resonatoreinheit aufgebracht wird,
- auf der Resonatoreinheit ein Reflexionselement aus einem Schallreflexionsstoff aufgebracht wird,
- auf dem Reflexionselement ein Trägersubstrat befestigt wird und die Substratschicht entfernt wird.

[0035] Im folgenden soll die Erfindung anhand von vier Figuren und acht Ausführungsbeispielen erläutert werden. Dabei zeigt

Fig. 1 im Querschnitt den Aufbau einer Ausführungsform einer Volumenwellen-Filteranordnung,

Fig. 2 die Schaltungsanordnung einer Volumenwellen-Filteranordnung,

Fig. 3 im Querschnitt einen Volumenwellen-Resonator mit zwei Reflexionselementen und

Fig. 4 ein Fließschema zur Herstellung eines Volumenwellen-Resonators.

**[0036]** Gemäß Fig. 1 weist eine Volumenwellen-Filteranordnung ein Trägersubstrat 1 auf, welches zum Beispiel aus einem keramischen Material, einem keramischen Material mit einer Planarisierungsschicht aus Glas, einem glaskeramischen Material, einem Glasmaterial, Silicium, GaAs oder Saphir ist. Bei Verwendung von Silicium oder GaAs als Trägersubstrat 1 wird noch eine Passivierungsschicht aus beispielsweise  $\text{SiO}_2$  oder Glas aufgebracht. Auf dem Trägersubstrat 1 befindet sich ein erstes Reflexionselement 2, welches eine Schicht eines Schallreflexionsstoffes aus der Gruppe der polymeren und porösen Stoffe ist. Als Schallreflexionsstoff kann beispielsweise ein Aerogel, ein Xerogel, ein Glasschaum, ein schaumartiger Klebstoff, ein Schaumstoff oder ein Kunststoff mit geringer Dichte eingesetzt werden. Als Aerogel kann zum Beispiel ein anorganisches Aerogel aus Kieselgel oder porösen  $\text{SiO}_2$ -Strukturen oder ein organisches Aerogel wie zum Beispiel ein Resorcin-Formaldehyd-Aerogel, ein Melamin-Formaldehyd-Aerogel oder ein Phenol-Formaldehyd-Aerogel verwendet werden. Als Xerogel kann beispielsweise ein anorganisches Xerogel wie hochkondensierte Polykieselsäure oder ein organisches Xerogel wie Leim oder Agar-Agar eingesetzt werden. Als Schaumstoffe können chemisch aufgeschäumte oder physikalisch aufgeschäumte Polymere wie zum Beispiel Polystyrol, Polycarbonate, Polyvinylchlorid, Polyurethane, Polyisocyanate, Polyisocyanurate, Polycarbodiimide, Polymethacrylimide, Polyacrylimide, Acryl-Butadien-Styrol-Copolymere, Polypropylene oder Polyester eingesetzt werden. Außerdem können auch geschäumte Kunstharze wie beispielsweise Phenol-Formaldehyd-Harze oder Furanharze, die durch Verkalkung eine hohe Porosität besitzen, verwendet werden. Als Kunststoff mit geringer Dichte kann zum Beispiel ein vernetzter Polyvinylether, ein vernetzter Polyarylether, Polytetrafluorethylen, Poly(*p*-xylylen), Poly(2-chlor-*p*-xylylen), Poly(dichlor-*p*-xylylen), Polybenzocyclobuten, ein Styrol-Butadien-Copolymer, ein Ethylen-Vinylacetat-Polymer oder ein organisches Siloxanpolymer Verwendung finden. Auf dem ersten Reflexionselement 2 sind zwei Resonatereinheiten aufgebracht, welche jeweils eine erste Elektrode 3, eine piezoelektrische Schicht 4 und eine zweite Elektrode 5 enthalten. Die Elektroden 3 und 5 sind vorzugsweise aus einem gut leitendem Material mit geringer akustischer Dämpfung und können beispielsweise  $\text{Ag}_{1-x}\text{Pt}_x$  ( $0 \leq x \leq 1$ ), Pt (50 nm bis 1  $\mu\text{m}$ ), Ti (1 bis 20 nm)/Pt (20 bis 600 nm), Ti (1 bis 20 nm)/Pt (20 bis 600 nm)/Ti (1 bis 20 nm), Al, Al dotiert mit einigen Prozent Cu, Al dotiert mit einigen Prozent Si, Al dotiert mit einigen Prozent Mg, W, Ni, Mo, Au, Cu, Ti/Pt/Al, Ti/Ag, Ti/Ag/Ti, Ti/Ag/Ir, Ti/Ir, Ti/Pd, Ti/Ag<sub>1-x</sub>Pt<sub>x</sub> ( $0 \leq x \leq 1$ ), Ti/Ag<sub>1-x</sub>Pd<sub>x</sub> ( $0 \leq x \leq 1$ ), Ti/Pt<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub> ( $0 \leq x \leq 1$ ), Pt<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub> ( $0 \leq x \leq 1$ ), Ti/Ag/Pt<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub> ( $0 \leq x \leq 1$ ), Ti/Ag/Ru, Ti/Ag/Ir/IrO<sub>x</sub> ( $0 \leq x \leq 2$ ), Ti/Ag/Ru/RuO<sub>x</sub> ( $0 \leq x \leq 2$ ), Ti/Ag/Ru/Ru<sub>x</sub>Pt<sub>1-x</sub> ( $0 \leq x \leq 1$ ), Ti/Ag/Ru/Ru<sub>x</sub>Pt<sub>1-x</sub>/RuO<sub>y</sub> ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 2$ ), Ti/Ag/Ru/RuO<sub>x</sub>/Ru<sub>y</sub>Pt<sub>1-y</sub> ( $0 \leq x \leq 2$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ), Ti/Ag/Ru<sub>x</sub>Pt<sub>1-x</sub> ( $0 \leq x \leq 1$ ), Ti/Ag/Pt<sub>x</sub>Al<sub>1-x</sub> ( $0 \leq x \leq 1$ ), Pt<sub>x</sub>Al<sub>1-x</sub>/Ag/Pt<sub>y</sub>Al<sub>1-y</sub> ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ), Ti/Ag/Pt<sub>y</sub>(RhO<sub>x</sub>)<sub>1-y</sub> ( $0 \leq x \leq 2$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ), Ti/Ag/Rh/RhO<sub>x</sub> ( $0 \leq x \leq 2$ ), Ti/Ag/Pt<sub>x</sub>Rh<sub>1-x</sub> ( $0 \leq x \leq 1$ ), Rh, Rh/RhO<sub>2</sub>, Ti/Ag/Pt<sub>y</sub>(RhO<sub>x</sub>)<sub>1-y</sub>/Pt<sub>z</sub>Rh<sub>1-z</sub> ( $0 \leq x \leq 2$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ,  $0 \leq z \leq 1$ ), Ti/Ag<sub>x</sub>Pt<sub>1-x</sub>/Ir ( $0 \leq x \leq 1$ ), Ti/Ag<sub>x</sub>Pt<sub>1-x</sub>/Ir/IrO<sub>y</sub> ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 2$ ), Ti/Ag<sub>x</sub>Pt<sub>1-x</sub>/Pt<sub>y</sub>Al<sub>1-y</sub> ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ), Ti/Ag<sub>x</sub>Pt<sub>1-x</sub>/Ru ( $0 \leq x \leq 1$ ), Ti/Ag<sub>x</sub>Pt<sub>1-x</sub>/Ru/RuO<sub>y</sub> ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 2$ ), Ti/Ag/Cr, Ti/Ag/Ti/ITO, Ti/Ag/Cr/ITO, Ti/Ag/ITO, Ti/Ni/ITO, Ti/Ni/Al/ITO, Ti/Ni, Ti/W/Ti, W<sub>x</sub>Ti<sub>1-x</sub> ( $0 \leq x \leq 1$ ), W<sub>x</sub>Ti<sub>1-x</sub>/Al(Cu) ( $0 \leq x \leq 1$ ), W<sub>x</sub>Ti<sub>1-x</sub>/Al(Si) ( $0 \leq x \leq 1$ ), W<sub>x</sub>Ti<sub>1-x</sub>/Al ( $0 \leq x \leq 1$ ) oder Ti/Cu enthalten. Als Material für die piezoelektrische Schicht 4 kann zum Beispiel AlN, ZnO, PbTi<sub>1-x</sub>Zr<sub>x</sub>O<sub>3</sub> ( $0 \leq x \leq 1$ ) mit und ohne Dotierungen aus La oder Mn, LiNbO<sub>3</sub>, LiTaO<sub>3</sub>, PbNb<sub>2</sub>O<sub>6</sub> oder Polyvinylidenfluorid (PVDF) verwendet werden. Auf Teilen der ersten Elektrode 3 und zweiten Elektrode 5 sowie der piezoelektrischen Schicht 4 wird ein zweites Reflexionselement 6, welches beispielsweise eine Schicht aus einem Aerogel, einem Xerogel, einem Glasschaum, einem schaumartigen Klebstoff, einem Schaumstoff oder einem Kunststoff mit geringer Dichte ist, aufgebracht. Alternativen im Aufbau sind dem Fachmann wohl bekannt. Über der gesamten Filteranordnung wird eine Schutzschicht 7 aus einem organischen und/oder anorganischen Material aufgebracht. Als organisches Material kann beispielsweise Polybenzocyclobuten oder Polyimid und als anorganisches Material kann zum Beispiel Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, SiO<sub>2</sub> oder Si<sub>x</sub>O<sub>y</sub>N<sub>z</sub> ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ,  $0 \leq z \leq 1$ ) verwendet werden.

**[0037]** Alternativ können die Reflexionselemente 2 und 6 aus mehreren Schichten mit abwechselnd hoher und niedriger Impedanz bestehen. Dabei kann das Material mit niedriger Impedanz zum Beispiel ein organisches oder anorganisches Aerogel, ein organisches oder anorganisches Xerogel, ein Glasschaum, ein schaumartiger Klebstoff, ein Schaumstoff oder ein Kunststoff mit geringer Dichte sein. Als Material mit hoher akustischer Impedanz kann beispielsweise HfO<sub>2</sub>, Mo, Au, Ni, Cu, W, Ti/W/Ti, W<sub>x</sub>Ti<sub>1-x</sub> ( $0 \leq x \leq 1$ ), Diamant, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Pt, Ti/Pt oder ein Kunststoff mit hoher Dichte wie beispielsweise High-Density-Polyethylen (HDPE) verwendet werden.

**[0038]** Ferner kann als weitere Ausführungsform der Erfindung das zweite Reflexionselement 6 und/oder die Schutzschicht 7 weggelassen werden.

**[0039]** Eine weitere Alternative ist, daß zwischen Reflexionselement 2 und dem Trägersubstrat 1 eine zusätzliche Klebstoffschicht beispielsweise aus einem Acrylat-Klebstoff oder einem Epoxid-Klebstoff aufgebracht ist. Der Acrylat-Klebstoff kann beispielsweise Acryl- oder Methacryl-Monomere enthalten, die während des Verklebungsprozeß polymerisieren.

**[0040]** Weiterhin kann ober- und/oder unterhalb eines Reflexionselementes 2 aus porösem SiO<sub>2</sub> eine



Schicht aus  $\text{SiO}_2$  mit einer Schichtdicke zwischen 30 und 300 nm aufgebracht sein.

[0041] Außerdem kann die Filteranordnung mit wenigstens einer ersten und einer zweiten Stromzuführung versehen werden. Als Stromzuführung kann beispielsweise ein galvanischer SMD-Endkontakt aus Cr/Cu, Ni/Sn oder Cr/Cu, Cu/Ni/Sn oder Cr/Ni, Pb/Sn oder ein Bump-end-Kontakt oder eine Kontaktfläche eingesetzt werden.

[0042] Fig. 2 zeigt eine Filteranordnung aus insgesamt neun Resonatereinheiten M1 bis M5 sowie N1 bis N4. Zwischen einem Eingang 8 und einem Ausgang 9 sind fünf Resonatereinheiten M1 bis M5 in Serie geschaltet. Vier weitere Resonatereinheiten N1 bis N4 sind parallel zu diesen fünf Resonatereinheiten M1 bis M5 geschaltet. Jeweils ein Anschluß der vier Resonatereinheiten N1 bis N4 liegt auf Erdpotential. Der andere Anschluß der Resonatereinheit N1 liegt zwischen den Resonatereinheiten M1 und M2. Der andere Anschluß der Resonatereinheit N2 liegt zwischen den Resonatereinheiten M2 und M3. Der andere Anschluß der Resonatereinheit N3 liegt zwischen den Resonatereinheiten M3 und M4. Und der andere Anschluß der Resonatereinheit N4 liegt zwischen den Resonatereinheiten M4 und M5.

[0043] Gemäß Fig. 3 weist ein elektronisches Bauelement ein Trägersubstrat 1 auf, welches zum Beispiel aus einem keramischen Material, einem keramischen Material mit einer Planarisierungsschicht aus Glas, einem glaskeramischen Material, einem Silicium, GaAs oder Saphir ist. Bei Verwendung von Silicium oder GaAs als Trägersubstrat 1 wird noch eine Passivierungsschicht aus beispielsweise  $\text{SiO}_2$  oder Glas aufgebracht. Auf dem Trägersubstrat 1 ist ein Reflexionselement 2 mit mehreren Schichten, einer unteren Schicht 10, einer mittleren Schicht 11 und einer oberen Schicht 12, aufgebracht. Die einzelnen Schichten weisen eine Schichtdicke von einem Viertel der Resonanzwellenlänge auf. Die untere Schicht 10 und die obere Schicht 12 sind aus einem Material mit niedriger akustischer Impedanz und enthalten einen Schallreflexionsstoff aus der Gruppe der polymeren und porösen Stoffe. Als Schallreflexionsstoff kann beispielsweise ein Aerogel, ein Xerogel, ein Glasschaum, ein schaumartiger Klebstoff, ein Schaumstoff oder ein Kunststoff mit geringer Dichte eingesetzt werden. Als Aerogel kann zum Beispiel ein anorganisches Aerogel aus Kieselgel oder porösen  $\text{SiO}_2$ -Strukturen oder ein organisches Aerogel wie zum Beispiel ein Resorcin-Formaldehyd-Aerogel, ein Melamin-Formaldehyd-Aerogel oder ein Phenol-Formaldehyd-Aerogel verwendet werden. Als Xerogel kann beispielsweise ein anorganisches Xerogel wie hochkondensierte Polykieselsäure oder ein organisches Xerogel wie Leim oder Agar-Agar eingesetzt werden. Als Schaumstoffe können chemisch aufgeschäumte oder physikalisch aufgeschäumte Polymere wie zum Beispiel Polystyrol, Polycarbonate, Polyvinylchlorid, Polyurethane, Polyisocyanate,

Polyisocyanurate, Polycarbodiimide, Polymethacrylimide, Polyacrylimide, Acryl-Butadien-Styrol-Copolymere, Polypropylene oder Polyester eingesetzt werden. Außerdem können auch geschäumte Kunstharze wie beispielsweise Phenol-Formaldehyd-Harze oder Furanharze, die durch Verkokung eine hohe Porosität besitzen, verwendet werden. Als Kunststoff mit geringer Dichte kann zum Beispiel ein vernetzter Polyvinylether, ein vernetzter Polyarylether, Polytetrafluorethylen, Poly(*p*-xylylen), Poly(2-chlor-*p*-xylylen), Poly(dichlor-*p*-xylylen), Polybenzocyclobuten, ein Styrol-Butadien-Copolymer, ein Ethylen-Vinylacetat-Polymer oder ein organisches Polysiloxanpolymer Verwendung finden. Die akustische Impedanz der mittleren Schicht 11 ist höher als die akustischen Impedanzen der unteren Schicht 10 und der oberen Schicht 12. Die mittlere Schicht 11 ist aus einem Material mit hoher akustischer Impedanz wie zum Beispiel  $\text{HfO}_2$ , Mo, Au, Ni, Cu, W, Ti/W/Ti,  $\text{W}_x\text{Ti}_{1-x}$ , Diamant,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ , Pt, Ti/Pt oder einem Kunststoff mit hoher Dichte wie zum Beispiel High-Density-Polyethylen (HDPE). Auf der oberen Schicht 12 sind eine erste Elektrode 3, eine piezoelektrische Schicht 4 und eine zweite Elektrode 5 aufgebracht. Die Elektroden 3 und 5 sind vorzugsweise aus einem gut leitenden Material mit geringer akustischer Dämpfung und können beispielsweise  $\text{Ag}_{1-x}\text{Pt}_x$  ( $0 \leq x \leq 1$ ), Pt (50 nm bis 1  $\mu\text{m}$ ), Ti (1 bis 20 nm)/Pt (20 bis 600 nm), Ti (1 bis 20 nm)/Pt (20 bis 600 nm)/Ti (1 bis 20 nm), Al, Al dotiert mit einigen Prozent Cu, Al dotiert mit einigen Prozent Si, Al dotiert mit einigen Prozent Mg, Ni, W, Mo, Au, Cu, Ti/Pt/Al, Ti/Ag, Ti/Ag/Ti, Ti/Ag/Ir, Ti/Ir, Ti/Pd, Ti/Ag $_{1-x}$ Pt $_x$  ( $0 \leq x \leq 1$ ), Ti/Ag $_{1-x}$ Pd $_x$  ( $0 \leq x \leq 1$ ), Ti/Pt $_{1-x}$ Al $_x$  ( $0 \leq x \leq 1$ ), Pt $_{1-x}$ Al $_x$  ( $0 \leq x \leq 1$ ), Ti/Ag/Pt $_{1-x}$ Al $_x$  ( $0 \leq x \leq 1$ ), Ti/Ag/Ru, Ti/Ag/Ir/IrO $_x$  ( $0 \leq x \leq 2$ ), Ti/Ag/Ru/RuO $_x$  ( $0 \leq x \leq 2$ ), Ti/Ag/Ru/Ru $_x$ Pt $_{1-x}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ), Ti/Ag/Ru/Ru $_x$ Pt $_{1-x}$ /RuO $_y$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 2$ ), Ti/Ag/Ru/RuO $_x$ /Ru $_y$ Pt $_{1-y}$  ( $0 \leq x \leq 2$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ), Ti/Ag/Ru $_x$ Pt $_{1-x}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ), Ti/Ag/Pt $_x$ Al $_{1-x}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ), Pt $_x$ Al $_{1-x}$ /Ag/Pt $_y$ Al $_{1-y}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ), Ti/Ag/Pt $_y$ (RhO $_x$ ) $_{1-y}$  ( $0 \leq x \leq 2$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ), Ti/Ag/Rh/RhO $_x$  ( $0 \leq x \leq 2$ ), Ti/Ag/Pt $_x$ Rh $_{1-x}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ), Ti/Ag/Pt $_y$ (RhO $_x$ ) $_{1-y}$ /Pt $_z$ Rh $_{1-z}$  ( $0 \leq x \leq 2$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ,  $0 \leq z \leq 1$ ), Rh, Rh/RhO $_2$ , Ti/Ag $_x$ Pt $_{1-x}$ /Ir ( $0 \leq x \leq 1$ ), Ti/Ag $_x$ Pt $_{1-x}$ /Ir/IrO $_y$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 2$ ), Ti/Ag $_x$ Pt $_{1-x}$ /Pt $_y$ Al $_{1-y}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ), Ti/Ag $_x$ Pt $_{1-x}$ /Ru ( $0 \leq x \leq 1$ ), Ti/Ag $_x$ Pt $_{1-x}$ /Ru/RuO $_y$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 2$ ), Ti/Ag/Cr, Ti/Ag/Ti/ITO, Ti/Ag/Cr/ITO, Ti/Ag/ITO, Ti/Ni/ITO, Ti/Ni/Al/ITO, Ti/Ni, Ti/W/Ti,  $\text{W}_x\text{Ti}_{1-x}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $\text{W}_x\text{Ti}_{1-x}$ /Al(Cu) ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $\text{W}_x\text{Ti}_{1-x}$ /Al(Si) ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $\text{W}_x\text{Ti}_{1-x}$ /Al ( $0 \leq x \leq 1$ ) oder Ti/Cu enthalten. Als Material für die piezoelektrische Schicht 4 kann zum Beispiel  $\text{AlN}$ , ZnO,  $\text{PbTi}_{1-x}\text{Zr}_x\text{O}_3$  ( $0 \leq x \leq 1$ ) mit und ohne Dotierungen aus La oder Mn,  $\text{LiNbO}_3$ ,  $\text{LiTaO}_3$ ,  $\text{PbNb}_2\text{O}_6$ ,  $\text{Pb}_{1-x}\text{Ca}_x\text{TiO}_3$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $[\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3]\text{-PbTiO}_3$  $_{1-x}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $\text{BaTiO}_3$ ,  $\text{K}_{1-x}\text{Na}_x\text{NbO}_3$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $(\text{Cd},\text{Na})\text{NbO}_3$ ,  $(\text{Bi},\text{Na})\text{TiO}_3$ ,  $(\text{Bi},\text{Na},\text{Pb},\text{Ba})\text{TiO}_3$ ,  $\text{Bi}_7\text{Ti}_4\text{NbO}_{21}$ ,  $(\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x)_2\text{NaNb}_5\text{O}_{15}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $(\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x)_2\text{KNb}_5\text{O}_{15}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),

a)  $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/2}\text{W}_{1/2})\text{O}_3$ ,

- b)  $\text{Pb}(\text{Fe}_{1/2}\text{Nb}_{1/2})\text{O}_3$ ,  
 c)  $\text{Pb}(\text{Fe}_{2/3}\text{W}_{1/3})\text{O}_3$ ,  
 d)  $\text{Pb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ ,  
 e)  $\text{Pb}(\text{Zn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ ,  
 f)  $\text{Pb}(\text{Sc}_{1/2}\text{Ta}_{1/2})\text{O}_3$ , Kombinationen der Verbindungen a) bis f) mit  $\text{PbTiO}_3$  und  $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$  mit und ohne Bleiüberschuss oder Polyvinylidenfluorid (PVDF) verwendet werden.

[0044] Alternativ kann auf der zweiten Elektrode 5 ein weiteres Reflexionselement 6 aufgebracht werden, das entweder eine Schicht aus einem Material extrem niedriger akustischer Impedanz oder mehrere Schichten mit abwechselnd hoher und niedriger Impedanz aufweist.

[0045] Es ist auch möglich, daß das Reflexionselement 2 nur eine Schicht, die nicht notwendigerweise eine Schichtdicke von einem Viertel der Resonanzwellenlänge aufweist, oder mehr als drei Schichten enthält.

[0046] Ferner kann ober- und unterhalb eines Reflexionselementes 2 aus porösem  $\text{SiO}_2$  eine Schicht aus  $\text{SiO}_2$  mit einer Schichtdicke zwischen 30 und 300 nm aufgebracht sein.

[0047] Weiterhin kann über dem gesamten Bauelement eine Schutzschicht aus einem organischen und/oder anorganischen Material aufgebracht werden. Als organisches Material kann beispielsweise Polybenzocyclobuten oder Polyimid und als anorganisches Material kann zum Beispiel  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{SiO}_2$  oder  $\text{Si}_x\text{O}_y\text{N}_z$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ,  $0 \leq z \leq 1$ ) verwendet werden.

[0048] In einer weiteren Alternative ist zwischen Reflexionselement 2 und dem Trägersubstrat 1 eine zusätzliche Klebstoffschicht, beispielsweise aus einem Acrylat-Klebstoff oder einem Epoxid-Klebstoff, aufgebracht. Der Acrylat-Klebstoff kann beispielsweise Acryl- oder Methacryl-Monomere enthalten, die während des Verklebungsprozesses polymerisieren.

[0049] Auf gegenüberliegenden Seiten des elektronischen Bauelementes kann wenigstens eine erste und eine zweite Stromzuführung angebracht werden. Als Stromzuführung kann beispielsweise ein galvanischer SMD-Endkontakt aus Cr/Cu, Ni/Sn oder Cr/Cu, Cu/Ni/Sn oder Cr/Ni, Pb/Sn oder ein Bump-end-Kontakt oder eine Kontaktfläche eingesetzt werden.

[0050] Als Bauelement kann beispielsweise ein Volumenwellen-Resonator hergestellt werden. Mehrere dieser Volumenwellen-Resonatoren können zu einer Volumenwellen-Filteranordnung verschaltet werden.

[0051] Gemäß Fig. 4 ist eine Möglichkeit ein erfindungsgemäßes elektronisches Bauelement herzustellen, indem im ersten Schritt auf einer Substratschicht 13 eine Resonatoreinheit, welche eine erste Elektrode 3, eine piezoelektrische Schicht 4 und eine zweite Elektrode 5 enthält, abgeschieden wird (Verfahrensschritt 1 in Fig. 4). Die Substratschicht 13 kann zum Beispiel aus einem keramischen Material, einem keramischen Material mit einer Planarisierungsschicht aus Glas, einem glaskeramischen Material, einem Silicium, GaAs oder

Saphir sein. Bei Verwendung von Silicium oder GaAs in der Substratschicht 13 wird noch eine Passivierungsschicht aus beispielsweise  $\text{SiO}_2$  oder Glas aufgebracht. Die Elektroden 3 und 5 sind vorzugsweise aus einem gut leitenden Material mit geringer akustischer Dämpfung und können beispielsweise  $\text{Ag}_{1-x}\text{Pt}_x$  ( $0 \leq x \leq 1$ ), Pt (50 nm bis 1  $\mu\text{m}$ ), Ti (1 bis 20 nm)/Pt (20 bis 600 nm), Ti (1 bis 20 nm)/Pt (20 bis 600 nm)/Ti (1 bis 20 nm), Al, Al dotiert mit einigen Prozent Cu, Al dotiert mit einigen Prozent Si, Al dotiert mit einigen Prozent Mg, Ni, W, Mo, Au, Cu, Ti/Pt/Al, Ti/Ag, Ti/Ag/Ti, Ti/Ag/Ir, Ti/Ir, Ti/Pd,  $\text{TiAg}_{1-x}\text{Pt}_x$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $\text{TiAg}_{1-x}\text{Pd}_x$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $\text{Ti/Pt}_{1-x}\text{Al}_x$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $\text{Pt}_{1-x}\text{Al}_x$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $\text{Ti/Ag/Pt}_{1-x}\text{Al}_x$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $\text{Ti/Ag/Ru}$ ,  $\text{Ti/Ag/Ir/IrO}_x$  ( $0 \leq x \leq 2$ ),  $\text{Ti/Ag/Ru/RuO}_x$  ( $0 \leq x \leq 2$ ),  $\text{Ti/Ag/Ru/Ru}_x\text{Pt}_{1-x}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $\text{Ti/Ag/Ru/Ru}_x\text{Pt}_{1-x}/\text{RuO}_y$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 2$ ),  $\text{Ti/Ag/Ru/RuO}_x/\text{Ru}_y\text{Pt}_{1-y}$  ( $0 \leq x \leq 2$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ),  $\text{Ti/Ag/Ru}_x\text{Pt}_{1-x}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $\text{Ti/Ag/Pt}_x\text{Al}_{1-x}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $\text{Pt}_x\text{Al}_{1-x}/\text{Ag/Pt}_y\text{Al}_{1-y}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ),  $\text{Ti/Ag/Pt}_y(\text{RhO}_x)_{1-y}$  ( $0 \leq x \leq 2$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ),  $\text{Ti/Ag/Rh/RhO}_x$  ( $0 \leq x \leq 2$ ),  $\text{Ti/Ag/Pt}_x\text{Rh}_{1-x}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $\text{Ti/Ag/Pt}_y(\text{RhO}_x)_{1-y}/\text{Pt}_z\text{Rh}_{1-z}$  ( $0 \leq x \leq 2$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ,  $0 \leq z \leq 1$ ), Rh, Rh/RhO<sub>2</sub>,  $\text{TiAg}_x\text{Pt}_{1-x}/\text{Ir}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $\text{Ti/Ag}_x\text{Pt}_{1-x}/\text{Ir/IrO}_y$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 2$ ),  $\text{Ti/Ag}_x\text{Pt}_{1-x}/\text{Pt}_y\text{Al}_{1-y}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ),  $\text{Ti/Ag}_x\text{Pt}_{1-x}/\text{Ru}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $\text{Ti/Ag}_x\text{Pt}_{1-x}/\text{Ru/RuO}_y$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 2$ ),  $\text{Ti/Ag/Cr}$ ,  $\text{Ti/Ag/Ti/ITO}$ ,  $\text{Ti/Ag/Cr/ITO}$ ,  $\text{Ti/Ag/ITO}$ ,  $\text{Ti/Ni/ITO}$ ,  $\text{Ti/Ni/Al/ITO}$ ,  $\text{Ti/Ni}$ ,  $\text{Ti/W/Ti}$ ,  $\text{W}_x\text{Ti}_{1-x}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $\text{W}_x\text{Ti}_{1-x}/\text{Al}(\text{Cu})$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $\text{W}_x\text{Ti}_{1-x}/\text{Al}(\text{Si})$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $\text{W}_x\text{Ti}_{1-x}/\text{Al}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ) oder Ti/Cu enthalten. Als Material für die piezoelektrische Schicht 4 kann zum Beispiel  $\text{AlN}$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{PbTi}_{1-x}\text{Zr}_x\text{O}_3$  ( $0 \leq x \leq 1$ ) mit und ohne Dotierungen aus La oder Mn,  $\text{LiNbO}_3$ ,  $\text{LiTaO}_3$ ,  $\text{PbNb}_2\text{O}_6$ ,  $\text{Pb}_{1-x}\text{Ca}_x\text{TiO}_3$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $[\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3]\text{-PbTiO}_3]_{1-x}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $\text{BaTiO}_3$ ,  $\text{K}_{1-x}\text{Na}_x\text{NbO}_3$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $(\text{Cd},\text{Na})\text{NbO}_3$ ,  $(\text{Bi},\text{Na})\text{TiO}_3$ ,  $(\text{Bi},\text{Na},\text{Pb},\text{Ba})\text{TiO}_3$ ,  $\text{Bi}_7\text{Ti}_4\text{NbO}_{21}$ ,  $(\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x)_2\text{NaNb}_5\text{O}_{15}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $(\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x)_2\text{KNb}_5\text{O}_{15}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),

a)  $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/2}\text{W}_{1/2})\text{O}_3$ ,

b)  $\text{Pb}(\text{Fe}_{1/2}\text{Nb}_{1/2})\text{O}_3$ ,

c)  $\text{Pb}(\text{Fe}_{2/3}\text{W}_{1/3})\text{O}_3$ ,

d)  $\text{Pb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ ,

e)  $\text{Pb}(\text{Zn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ ,

f)  $\text{Pb}(\text{Sc}_{1/2}\text{Ta}_{1/2})\text{O}_3$ , Kombinationen der Verbindungen a) bis f) mit  $\text{PbTiO}_3$  und  $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$  mit und ohne Bleiüberschuss oder Polyvinylidenfluorid (PVDF) verwendet werden. Auf der zweiten Elektrode 5 wird ein Reflexionselement 2 aus einem Schallreflexionsstoff der Gruppe der polymeren und porösen Stoffe aufgebracht (Verfahrensschritt II in Fig. 4). Als Schallreflexionsstoff kann beispielsweise ein Aerogel, ein Xerogel, ein Glasschaum, ein schaumartiger Klebstoff, ein Schaumstoff oder ein Kunststoff mit geringer Dichte eingesetzt werden. Als Aerogel kann zum Beispiel ein anorganisches Aerogel aus Kieselgel oder porösen  $\text{SiO}_2$ -Strukturen oder ein organisches Aerogel wie zum Beispiel ein Resorcin-Formaldehyd-Aerogel, ein Melamin-Formaldehyd-Aerogel oder ein Phenol-

Formaldehyd-Aerogel verwendet werden. Als Xerogel kann beispielsweise ein anorganisches Xerogel wie hochkondensierte Polykieselsäure oder ein organisches Xerogel wie Leim oder Agar-Agar eingesetzt werden. Als Schaumstoffe können chemisch aufgeschäumte oder physikalisch aufgeschäumte Polymere wie zum Beispiel Polystyrol, Polycarbonate, Polyvinylchlorid, Polyurethane, Polyisocyanate, Polyisocyanurate, Polycarbodiimide, Polymethacrylimide, Polyacrylimide, Acryl-Butadien-Styrol-Copolymere, Polypropylene oder Polyester eingesetzt werden. Außerdem können auch geschäumte Kunstharze wie beispielsweise Phenol-Formaldehyd-Harze oder Furanharze, die durch Verkokung eine hohe Porosität besitzen verwendet werden. Als Kunststoff mit geringer Dichte können zum Beispiel vernetzte Polyvinylether, vernetzte Polyarylether, Polytetrafluorethylen, Poly(*p*-xylylen), Poly(2-chlor-*p*-xylylen), Poly(dichlor-*p*-xylylen), Polybenzocyclobuten, Styrol-Butadien-Copolymere, Ethylen-Vinylacetat-Polymere oder organische Siloxanpolymere Verwendung finden. Auf diesem Reflexionselement 2 wird aufgrund der adhäsiven Eigenschaften des verwendeten Materials oder mittels einer zusätzlichen Klebstoffschicht, aus zum Beispiel einem Acrylat-Klebstoff oder einem Epoxid-Klebstoff, ein Trägersubstrat 1, welches aus Glas, einem glaskeramischen Material, glaskeramischen Material mit einer Planarisierungsschicht aus Glas, einem Glasmaterial Silicium, GaAs oder Saphir ist, befestigt (Verfahrensschritt III in Fig. 4). Bei Verwendung von Silicium oder GaAs als Trägersubstrat 1 wird noch eine Passivierungsschicht, beispielsweise aus SiO<sub>2</sub> oder Glas, aufgebracht. Anschließend wird das Substrat 13 mechanisch oder chemisch entfernt (Verfahrensschritt IV in Fig. 4).

[0052] Bei Verwendung von PbTi<sub>1-x</sub>Zr<sub>x</sub>O<sub>3</sub> ( $0 \leq x \leq 1$ ) mit und ohne Dotierungen aus La oder Mn als Material für die piezoelektrische Schicht 4 kann zwischen Substratschicht 13 und erster Elektrode 3 eine Antireaktionsschicht aus TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oder ZrO<sub>2</sub> aufgebracht werden.

[0053] In einem alternativen Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen elektronischen Bauelementes wird das Reflexionselement 2 direkt auf das gewünschte Trägersubstrat 1 abgeschieden. Anschließend wird die Resonatereinheit aus erster Elektrode 3 und zweiter Elektrode 5 sowie der piezoelektrischen Schicht 4 aufgebracht. Das Reflexionselement 2 kann alternativ auch mehrere Schichten mit abwechselnd hoher und niedriger Impedanz enthalten.

[0054] In allen Fällen kann über dem gesamten Bauelement eine Schutzschicht 7 aus einem organischen und/oder anorganischen Material aufgebracht werden. Als organisches Material kann beispielsweise Polybenzocyclobuten oder Polyimid und als anorgani-

sches Material kann zum Beispiel Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, SiO<sub>2</sub> oder Si<sub>x</sub>O<sub>y</sub>N<sub>z</sub> ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ,  $0 \leq z \leq 1$ ) verwendet werden.

[0055] Alternativ kann unter- und oberhalb der Resonatereinheit des Bauelementes ein Reflexionselement angebracht werden. Das weitere Reflexionselement 6 weist entweder eine Schicht aus einem Material extrem niedriger akustischer Impedanz oder mehrere Schichten mit abwechselnd hoher und niedriger Impedanz auf.

[0056] Weiterhin kann ober- und/oder unterhalb eines Reflexionselementes 2 bzw. 6 aus porösem SiO<sub>2</sub> eine Schicht aus SiO<sub>2</sub> mit einer Schichtdicke zwischen 30 und 300 nm aufgebracht sein.

[0057] Auf gegenüberliegenden Seiten des elektronischen Bauelementes kann wenigstens eine erste und eine zweite Stromzuführung angebracht werden. Als Stromzuführung kann beispielsweise ein galvanischer SMD-Endkontakt aus Cr/Cu, Ni/Sn oder Cr/Cu, Cu/Ni/Sn oder Cr/Ni, Pb/Sn oder ein Bump-end-Kontakt oder eine Kontaktfläche eingesetzt werden.

[0058] Im folgenden werden Ausführungsformen der Erfindung erläutert, die beispielhafte Realisierungsmöglichkeiten darstellen.

#### Ausführungsbeispiel 1

[0059] Auf einem Trägersubstrat 1 aus Glas wurde zunächst eine Klebstoffschicht aus Acrylat-Klebstoff und darauf als Reflexionselement 2 eine Schicht aus porösem SiO<sub>2</sub> abgeschieden. Auf einem bestimmten Teil des Reflexionselementes 2 wurde eine erste Elektrode 3 aus Pt abgeschieden. Eine piezoelektrische Schicht 4 aus AlN wurde auf bestimmte Teile der ersten Elektrode 3 und des Reflexionselementes 2 aufgebracht. Eine zweite Elektrode 5 aus Al wurde auf bestimmte Teile der piezoelektrischen Schicht 4 und des Reflexionselementes 2 abgeschieden. Die piezoelektrische Schicht 4 und die zwei Elektroden 3, 5 wurden derart abgeschieden und strukturiert, daß eine Filteranordnung gemäß Fig. 2 mit insgesamt 9 Resonatereinheiten M1 bis M5 sowie N1 bis N4 entstand. Dabei wurden fünf Resonatereinheiten M1 bis M5 in Serie geschaltet und die vier weiteren Resonatereinheiten N1 bis N4 wurden parallel zu diesen fünf Resonatereinheiten M1 bis M5 geschaltet. Jeweils ein Anschluß der vier Resonatereinheiten N1 bis N4 lag auf Erdpotential, während die anderen Anschlüsse der Resonatereinheiten N1 bis N4 jeweils zwischen zwei der fünf Resonatereinheiten M1 bis M5 lagen. Ober der gesamten Filteranordnung wurde eine Schutzschicht 7 aus SiO<sub>2</sub> aufgebracht. Durch die Schutzschicht 7 wurden mittels Ätzens Kontaktlöcher zur zweiten Elektrode 5 geöffnet. In den Kontaktlöchern wurden Bump-end-Kontakte aus Cr/Cu aufgewachsen. Die erhaltene Filteranordnung wurde als Bandpassfilter in Mobiltelefonen eingesetzt.

## Ausführungsbeispiel 2

[0060] Zur Realisierung einer Filteranordnung mit einem Reflexionselement 2 aus mehreren Schichten wurde auf einem Trägersubstrat 1 aus Glas zunächst eine Klebstoffschicht aus Acrylat-Klebstoff und darauf eine untere Schicht 10 aus porösem  $\text{SiO}_2$  abgeschieden. Auf diese Schicht wurde eine mittlere Schicht 1.1 aus  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  abgeschieden. Eine obere Schicht 12 aus porösem  $\text{SiO}_2$  wurde anschließend auf die mittlere Schicht 11 aufgebracht. Auf bestimmte Teile der oberen Schicht 12 wurde eine erste Elektrode 3 aus Mo abgeschieden. Eine piezoelektrische Schicht 4 aus AlN wurde auf bestimmte Teile der ersten Elektrode 3 und der oberen Schicht 12 aufgebracht. Eine zweite Elektrode 5 aus Al wurde auf bestimmte Teile der piezoelektrischen Schicht 4 und der oberen Schicht 12 abgeschieden. Die piezoelektrische Schicht 4 und die zwei Elektroden 3, 5 wurden derart abgeschieden und strukturiert, daß eine Filteranordnung gemäß Fig. 2 mit insgesamt 9 Resonatereinheiten M1 bis M5 sowie N1 bis N4 entstand. Dabei wurden fünf Resonatereinheiten M1 bis M5 in Serie geschaltet und die vier weitere Resonatereinheiten N1 bis N4 wurden parallel zu diesen fünf Resonatereinheiten M1 bis M5 geschaltet. Jeweils ein Anschluß der vier Resonatereinheiten N1 bis N4 lag auf Erdpotential, während die anderen Anschlüsse der Resonatereinheiten N1 bis N4 jeweils zwischen zwei der fünf Resonatereinheiten M1 bis M5 lagen. Ober die gesamte Filteranordnung wurde eine Schutzschicht 7 aus  $\text{SiO}_2$  aufgebracht. Durch die Schutzschicht 7 wurden mittels Ätzens Kontaktlöcher zur zweiten Elektrode 5 geöffnet. In den Kontaktlöchern wurden Bump-end-Kontakte aus Cr/Cu aufgewachsen. Die erhaltene Filteranordnung wurde als Bandpassfilter in Mobiltelefonen eingesetzt.

## Ausführungsbeispiel 3

[0061] Zur Realisierung eines elektronischen Bauelementes mit einem Reflexionselement 2 aus mehreren Schichten wurde auf einem Trägersubstrat 1 aus Glas zunächst eine Klebstoffschicht aus Acrylat-Klebstoff und darauf eine untere Schicht 10 aus porösem  $\text{SiO}_2$  abgeschieden. Auf diese Schicht wurde eine mittlere Schicht 11 aus  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  abgeschieden. Eine obere Schicht 12 aus porösem  $\text{SiO}_2$  wurde anschließend auf die mittlere Schicht 11 aufgebracht. Auf die obere Schicht 12 wurde eine erste Elektrode 3 aus Pt und auf letzterer eine piezoelektrische Schicht 4 aus  $\text{PbZr}_{0.35}\text{Ti}_{0.65}\text{O}_3$  abgeschieden. Eine zweite Elektrode 5 aus Pt/Ti wurde auf der piezoelektrischen Schicht 4 aufgebracht. Das gesamte Bauelement wurde mit einer Schutzschicht aus  $\text{SiO}_2$  versehen. Außerdem wurden an gegenüberliegenden Seiten des Bauteiles Cr/Cu, Ni/Sn SMD-Endkontakte als Stromzuführungen befestigt.

## Ausführungsbeispiel 4

[0062] Zur Herstellung eines Volumenwellen-Resonators wurde auf einer Substratschicht 13 aus Si mit einer Passivierungsschicht aus  $\text{SiO}_2$  eine Resonatereinheit aus erster Elektrode 3, piezoelektrischer Schicht 4 und zweiter Elektrode 5 aufgebracht. Die erste Elektrode 3 enthielt Ti/Pt, während die zweite Elektrode 5 aus Pt war. Die piezoelektrische Schicht 4 enthielt AlN. Im nächsten Schritt wurde auf der zweiten Elektrode 5 als Reflexionselement 2 eine Schicht aus porösem  $\text{SiO}_2$  aufgebracht. Auf diesem Reflexionselement 2 wurde ein Trägersubstrat 1 aus Glas mit Acrylat-Klebstoff befestigt. Anschließend wurde die Si-Schicht der Substratschicht 13 weggeätzt. In die verbliebene  $\text{SiO}_2$ -Schicht wurden Kontaktlöcher zur Kontaktierung der ersten Elektrode 3 geätzt. Anschließend wurden Bump-end-Kontakte aus Cr/Cu in den Kontaktlöchern aufgewachsen.

## Ausführungsbeispiel 5

[0063] Zur Herstellung eines Volumenwellen-Resonators wurde auf einem Substrat 13 aus Si mit einer Passivierungsschicht aus  $\text{SiO}_2$  eine Resonatereinheit aus erster Elektrode 3, piezoelektrischer Schicht 4 und zweiter Elektrode 5 aufgebracht. Die erste Elektrode 3 enthielt Ti/Pt, während die zweite Elektrode 5 aus Pt war. Die piezoelektrische Schicht 4 enthielt  $\text{PbZr}_{0.35}\text{Ti}_{0.65}\text{O}_3$ . Im nächsten Schritt wurde auf der zweiten Elektrode 5 als Reflexionselement 2 eine Schicht aus porösem  $\text{SiO}_2$  aufgebracht. Auf diesem Reflexionselement 2 wurde ein Trägersubstrat 1 aus Glas mit Acrylat-Klebstoff befestigt. Anschließend wurde die Si-Schicht des Substrats 13 weggeätzt. In die verbliebene Schicht aus  $\text{SiO}_2$  wurden Kontaktlöcher zur Kontaktierung der ersten Elektrode 3 geätzt. Anschließend wurden Bump-end-Kontakte aus Cr/Cu in den Kontaktlöchern aufgewachsen.

## Ausführungsbeispiel 6

[0064] Zur Herstellung eines Volumenwellen-Resonators wurde auf einem Substrat 13 aus Si mit einer Passivierungsschicht aus  $\text{SiO}_2$ , eine Resonatereinheit aus einer ersten Elektrode 3, einer piezoelektrischen Schicht 4 und einer zweiten Elektrode 5 aufgebracht. Die erste Elektrode 3 enthielt Ti/Pt und die zweite Elektrode 5 enthielt Pt. Die piezoelektrische Schicht 4 enthielt  $\text{PbZr}_{0.15}\text{Ti}_{0.85}\text{O}_3$  und wurde mittels Schleuderverfahren hergestellt. Im nächsten Schritt wurde auf die zweite Elektrode 5 eine 30 nm dicke Schicht aus  $\text{SiO}_2$ , ein Reflexionselement 2 aus porösem  $\text{SiO}_2$  und eine 300 nm dicke Schicht aus  $\text{SiO}_2$  aufgebracht. Auf diesen Aufbau wurde ein Trägersubstrat 1 aus Glas mit einem Acrylat-Klebstoff befestigt. Anschließend wurde die Si-Schicht des Substrats 13 weggeätzt. In die verbliebene Schicht aus  $\text{SiO}_2$  wurden Kontaktlöcher zur Kontaktierung der ersten Elektrode 3

geätzt. Anschließend wurden Bump-end Kontakte aus Cr/Cu in den Kontaktlöchern aufgewachsen.

#### Ausführungsbeispiel 7

[0065] Zur Herstellung eines Volumenwellen-Resonators wurde auf einem Substrate 13 aus Si mit einer Passivierungsschicht aus  $\text{SiO}_2$ , eine Resonatoreinheit aus einer ersten Elektrode 3, einer piezoelektrischen Schicht 4 und einer zweiten Elektrode 5 aufgebracht. Die erste Elektrode 3 enthielt Ti/Pt und die zweite Elektrode 5 enthielt  $\text{W}_{0,9}\text{Ti}_{0,1}/\text{Al}(\text{Cu})$ . Die piezoelektrische Schicht 4 enthielt  $\text{PbZr}_{0,35}\text{Ti}_{0,65}\text{O}_3$  und wurde mittels Schleuderverfahren hergestellt. Im nächsten Schritt wurde auf die zweite Elektrode 5 eine 30 nm dicke Schicht aus  $\text{SiO}_2$ , ein Reflexionselement 2 aus porösem  $\text{SiO}_2$  und eine 300 nm dicke Schicht aus  $\text{SiO}_2$  aufgebracht. Auf diesen Aufbau wurde ein Trägersubstrat 1 aus Glas mit einem Acrylat-Klebstoff befestigt. Anschließend wurde die Si-Schicht des Substrats 13 weggeätzt. In die verbliebene Schicht aus  $\text{SiO}_2$  wurden Kontaktlöcher zur Kontaktierung der ersten Elektrode 3 geätzt. Anschließend wurden Bump-end Kontakte aus Cr/Cu in den Kontaktlöchern aufgewachsen.

#### Ausführungsbeispiel 8

[0066] Zur Herstellung eines Volumenwellen-Resonators wurde auf einem Substrate 11 aus Si mit einer Passivierungsschicht aus  $\text{SiO}_2$ , eine Resonatoreinheit aus einer ersten Elektrode 3, einer piezoelektrischen Schicht 4 und einer zweiten Elektrode 5 aufgebracht. Die erste und zweite Elektrode enthielten jeweils Ti/Pt. Die piezoelektrische Schicht 4 enthielt eine PLZT Schicht mit der Zusammensetzung  $\text{PbZr}_{0,15}\text{Ti}_{0,85}\text{O}_3$  mit 2% Lanthandotierung. Im nächsten Schritt wurde auf die zweite Elektrode 5 eine 30 nm dicke Schicht aus  $\text{SiO}_2$ , ein Reflexionselement 2 aus porösem  $\text{SiO}_2$  und eine 300 nm dicke Schicht aus  $\text{SiO}_2$  aufgebracht. Auf diesen Aufbau wurde ein Trägersubstrat 1 aus Glas mit einem Acrylat-Klebstoff befestigt. Anschließend wurde die Si-Schicht des Substrats 13 weggeätzt. In verbliebene Schicht aus  $\text{SiO}_2$  wurden Kontaktlöcher zur Kontaktierung der ersten Elektrode 3 geätzt. Anschließend wurden Bump-end Kontakte aus Cr/Cu in den Kontaktlöchern aufgewachsen.

#### Patentansprüche

1. Filteranordnung mit einem Trägersubstrat (1), einer Resonatoreinheit und einem Reflexionselement (2) zwischen Trägersubstrat (1) und Resonatoreinheit, dadurch gekennzeichnet, daß das Reflexionselement (2) eine Schicht aus einem Schallreflexionsstoff enthält.
2. Filteranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

daß der Schallreflexionsstoff aus der Gruppe der polymeren und porösen Stoffe ist.

3. Filteranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schallreflexionsstoff ein Aerogel, ein Xerogel, ein Glasschaum, ein schaumartiger Klebstoff, ein Schaumstoff oder ein Kunststoff mit geringer Dichte ist.
4. Filteranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Reflexionselement (2) Schichten (10,11,12) mit abwechselnd hoher und niedriger Impedanz und als Material für eine Schicht (10,12) mit niedriger Impedanz einen Schallreflexionsstoff aufweist.
5. Filteranordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Material mit hoher Impedanz  $\text{HfO}_2$ , Mo, Au, Ni, Cu, W, Ti/W/Ti,  $\text{W}_x\text{Ti}_{1-x}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ), Diamant,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ , Pt, Ti/Pt oder einen Kunststoff mit hoher Dichte enthält.
6. Filteranordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der Schichten (10,11,12) jeweils ein Viertel der Resonanzwellenlänge ist.
7. Filteranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein weiteres Reflexionselement (6) auf der Resonatoreinheit angeordnet ist.
8. Filteranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß über der Filteranordnung eine Schutzschicht (7) aus einem organischen und/oder anorganischen Material ist.
9. Filteranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägersubstrat (1) ein keramisches Material, ein keramisches Material mit einer Planarisierungsschicht aus Glas, ein glaskeramisches Material, ein Glasmaterial, Silicium, GaAs oder Saphir enthält.
10. Filteranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Resonatoreinheit eine piezoelektrische Schicht (4) aus  $\text{PbZr}_{0,15}\text{Ti}_{0,85}\text{O}_3$  mit einer 2%igen Lanthan-Dotierung enthält.
11. Filteranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ober- und/oder unterhalb eines Reflexionsele-

mentes (2,6) eine Schicht aus  $\text{SiO}_2$  ist.

12. Filteranordnung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß zwischen Trägersubstrat (1) und Reflexionselement (2) eine Klebstoffschicht ist. 5
  
13. Mobilfunkgerät ausgerüstet mit einer Filteranordnung mit einem Trägersubstrat (1), einer Resonatereinheit und einem Reflexionselement (2) 10  
zwischen Trägersubstrat (1) und Resonatereinheit,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das Reflexionselement (2) eine Schicht aus einem Schallreflexionsstoff enthält. 15
  
14. Sender ausgerüstet mit einer Filteranordnung mit einem Trägersubstrat (1), einer Resonatereinheit und einem Reflexionselement (2) zwischen Trägersubstrat (1) und Resonatereinheit,  
dadurch gekennzeichnet, 20  
daß das Reflexionselement (2) eine Schicht aus einem Schallreflexionsstoff enthält.
  
15. Empfänger ausgerüstet mit einer Filteranordnung mit einem Trägersubstrat (1), einer Resonatereinheit und einem Reflexionselement (2) zwischen Trägersubstrat (1) und Resonatereinheit,  
dadurch gekennzeichnet, 25  
daß das Reflexionselement (2) eine Schicht aus einem Schallreflexionsstoff enthält. 30
  
16. Drahtloses Datenübertragungssystem ausgerüstet mit einer Filteranordnung mit einem Trägersubstrat (1), einer Resonatereinheit und einem Reflexionselement (2) zwischen Trägersubstrat (1) und Resonatereinheit,  
dadurch gekennzeichnet, 35  
daß das Reflexionselement (2) eine Schicht aus einem Schallreflexionsstoff enthält. 40
  
17. Elektronisches Bauelement mit einem Trägersubstrat (1), einer Resonatereinheit und einem Reflexionselement (2) zwischen Trägersubstrat (1) und Resonatereinheit,  
dadurch gekennzeichnet, 45  
daß das Reflexionselement (2) eine Schicht aus einem Schallreflexionsstoff enthält.
  
18. Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelementes mit einem Trägersubstrat (1), einer Resonatereinheit und einem Reflexionselement (2) aus einem Schallreflexionsstoff, bei dem 50
  - auf einer Substratschicht (13) eine Resonatereinheit aufgebracht wird, 55
  - auf der Resonatereinheit ein Reflexionselement (2) aus einem Schallreflexionsstoff aufgebracht wird,

- auf dem Reflexionselement (2) ein Trägersubstrat (1) befestigt wird und die Substratschicht (13) entfernt wird.

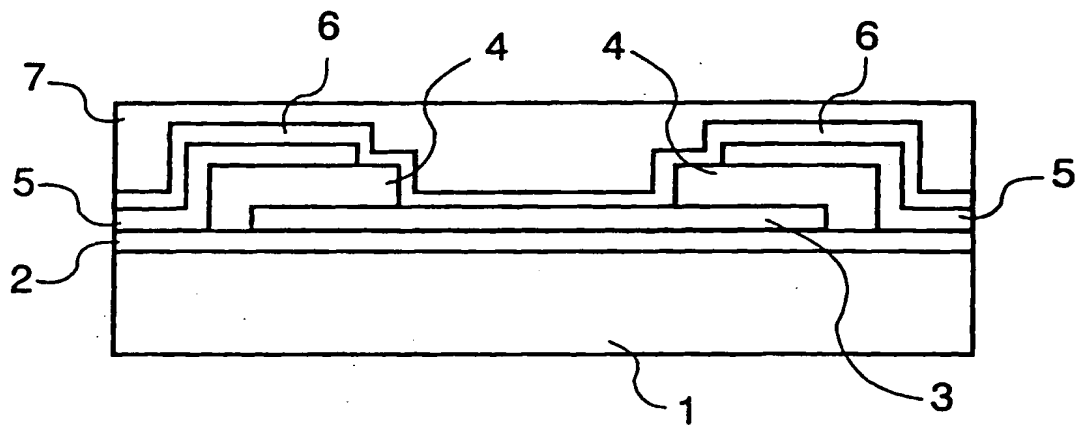


FIG. 1





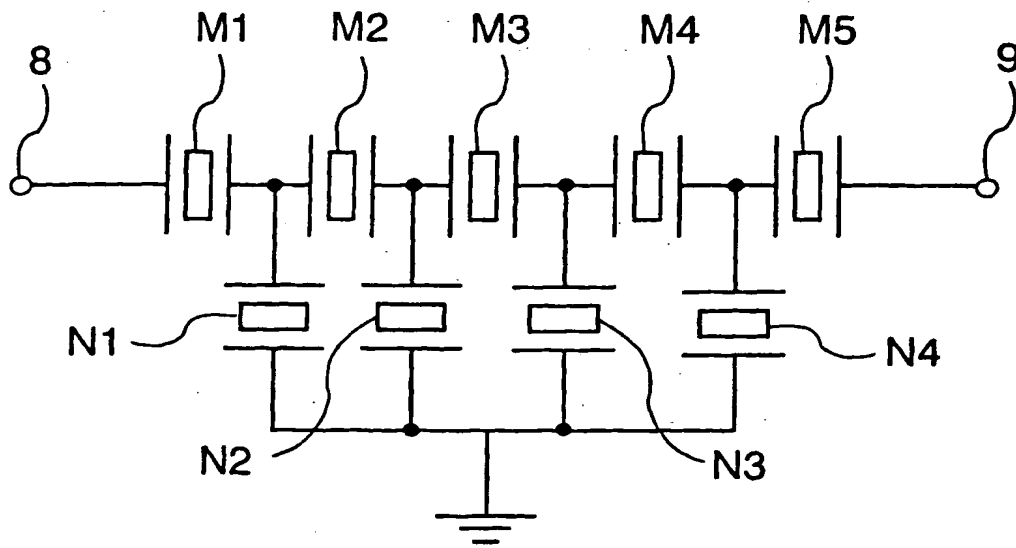


FIG. 2



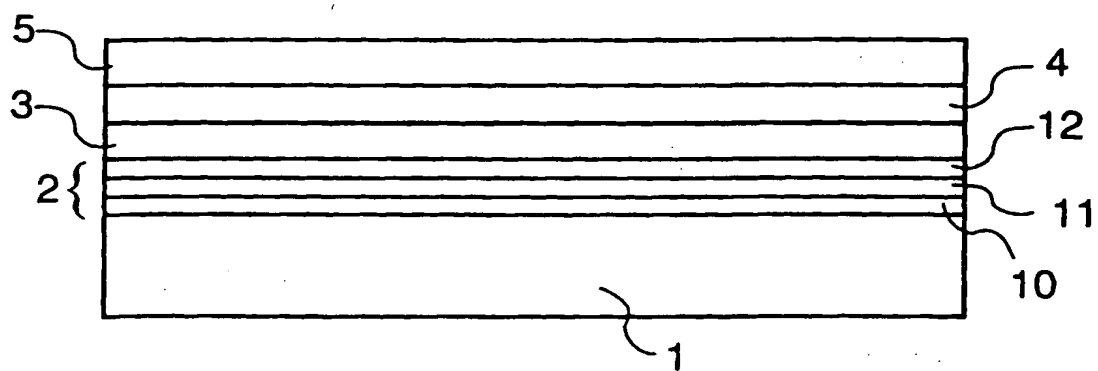


FIG. 3



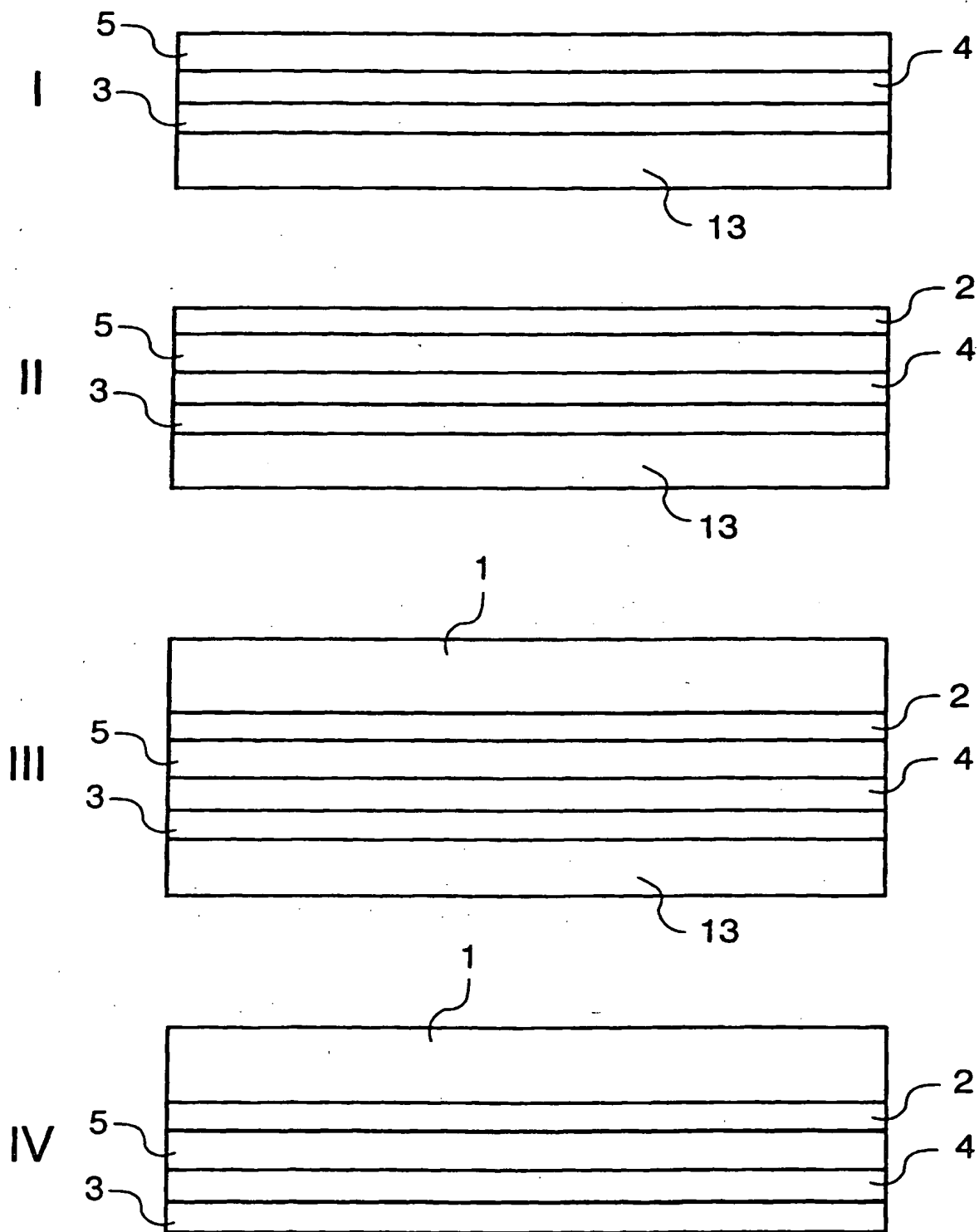


FIG. 4

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**